

INFORME SOBRE PARARRAYOS

Instalación de sistemas de protección contra descargas atmosféricas en embarcaciones menores.

1. Objeto:

Encontramos a menudo inquietudes sobre dispositivos de protección contra descargas atmosféricas (rayos) en embarcaciones menores. La escasa bibliografía sobre el tema influyó para elaborar el presente trabajo.

El objeto del presente es brindar una orientación acerca de la implementación de un sistema pararrayos en embarcaciones de pequeño porte.

2. Introducción:

Una embarcación navegando representa conducción prominente sobre una planicie, estando por lo tanto más expuesto a ser alcanzado por un rayo, que el resto del medio que lo circunda (ver figura 1).

A pesar de ello, la probabilidad de que efectivamente sea alcanzada por un rayo es considerablemente baja, ya que el mar posee un bajo nivel ceráunico.

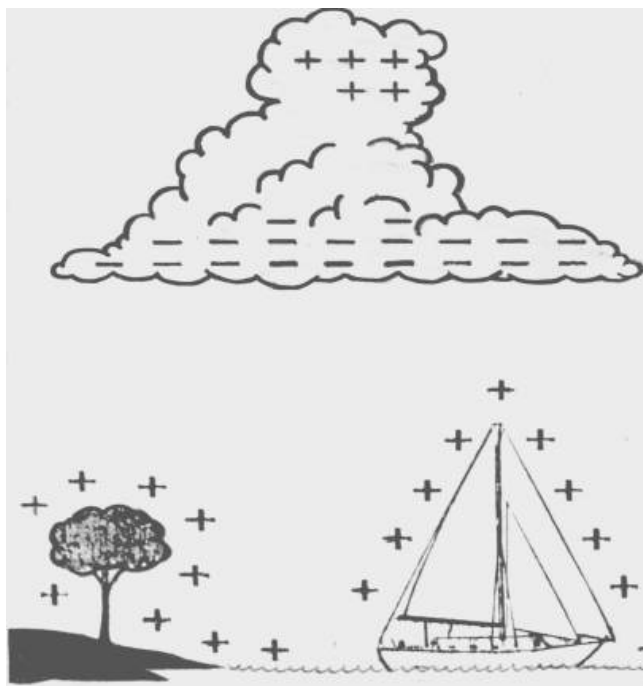


Figura 1 – Distribución de cargas entre una embarcación y su entorno.

3. Nivel ceráunico y líneas isoceráunicas:

Línea isoceráunica es la que une puntos de la superficie terrestre con igual número de días en los que se pueden observar truenos (si solo se ven relámpagos no se computan) en un intervalo de tiempo. Aunque estas líneas no dan indicación precisa de intensidad, duración, etc., de las tormentas eléctricas, se ha comprobado que constituyen una eficiente referencia sobre la probabilidad de caída de rayos.

Las regiones tropicales son las que tienen más tormentas y muy intensas, ocurriendo lo contrario en las zonas de alta montaña, de intenso frío o marítimas.

En base a las líneas isoceraunicas, se confecciona una carta ceráunica, mapa en donde están representadas las líneas isoceráunicas anteriormente descritas.

4. Concepto de rayo:

El rayo es la unión violenta de las cargas positivas y negativas, constituyendo una descarga eléctrica a través de gases de baja conductividad.

Las descargas pueden ocurrir de nube a nube o de nube a tierra. Estas últimas son a las que nos referiremos, por ser las que provocan daños tanto en tierra, como en el agua.

Usualmente las nubes están cargadas negativamente en su base y positivamente en su parte superior. Por inducción electrostática la tierra resultará positiva inmediatamente debajo de tal nube. Se establece así una diferencia de potencial enorme, produciéndose el rayo cuando se vence la rigidez dieléctrica del medio (aire o vapor de agua). Simultáneamente con el rayo se produce la luz (relámpago) y sonido (trueno).

Aproximadamente la mitad de los rayos constituyen descargas simples y la otra mitad corresponde a rayos compuestos por descargas múltiples de rápida sucesión.

Así como en la nube se forman centros de carga, algo similar ocurre en la tierra, pues hay suelos más conductores que otros, teniéndose en cuenta que las cargas en la tierra se mueven según la inducción que impone la nube.

Dado que la nube puede cubrir grandes superficies terrestres, su influencia electrostática será importante. Puede haber de este modo muchos centros de carga.

El rayo incidirá sobre el elemento que le signifique mayor conductividad y sea capaz de aportar más cargas al fenómeno. También pueden producirse descargas superficiales entre ellos al desaparecer la carga inductora como consecuencia de rayos de nube a nube.

El inicio de la descarga en una primera instancia es invisible, en la cual varios pilotos se acercan a tierra, a modo de ramificaciones. Cuando el camino trazado por los pilotos queda ionizado, se inicia la descarga de retorno principal, originando las descargas visibles.

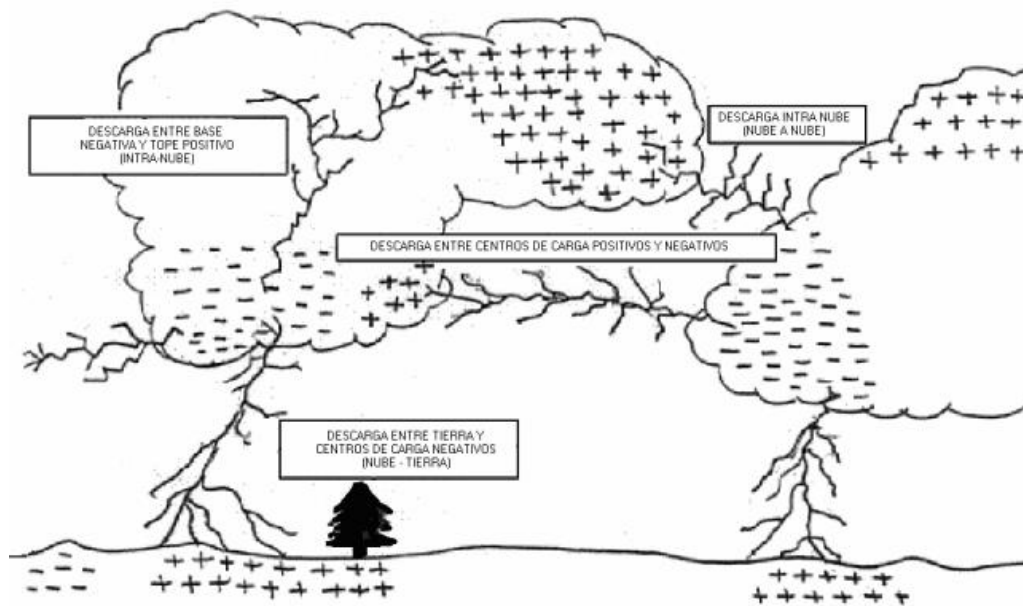


Figura 2 – Distintos tipos de descargas atmosféricas

5. Efectos de los rayos:

ð **Mecánicos:** destrucción de elementos afectados.

ð **Térmicos:** incendios, volatilización de metales por fusión.

ð **Fisiológicos:** quemaduras, parálisis, y a menudo, la muerte.

ð **Eléctricos:** generación de tensiones de paso y de contacto, por circulación de corriente de descarga, producción de corrientes inducidas en conductores o piezas metálicas próximas y paralelas a la corriente de descarga.

6. Pararrayos

Un sistema pararrayos es un elemento que se compone de tres partes:

ð Parrayo propiamente dicho

ð Cable o elemento conductor

ð Tierra Física (en el caso de embarcaciones, el elemento que asegure contacto eléctrico con el agua).



Figura 3 – Extremos de pararrayos en instalaciones terrestres.

7. Cono de protección.

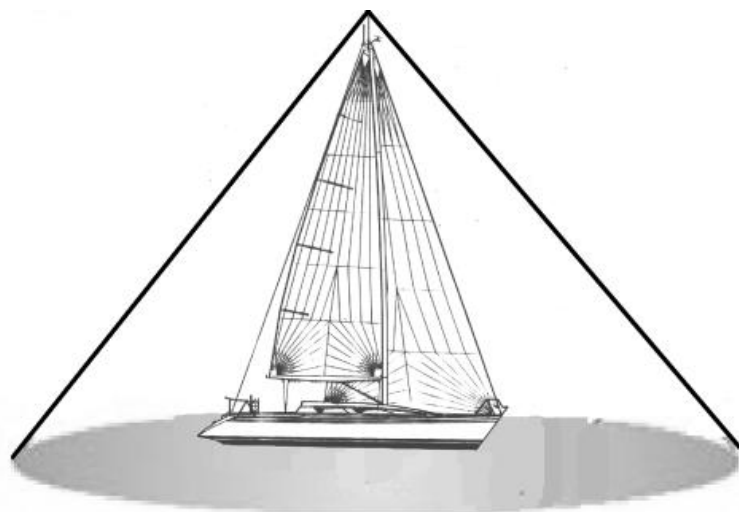


Figura 4 – Cono de protección de un pararrayos

Correctamente instalado, un sistema de protección contra descargas atmosféricas puede brindar un ángulo de protección de aproximadamente 45 grados, dependiendo del tipo de elemento a instalar.

8. Detalles constructivos del sistema.

a. Conductividad

ð La resistencia total desde el pararrayos hasta la placa será de menos de 0,03 ohms.

b. Conexión y disposición

ð Las interconexiones deben ser mínimas;

ð La trayectoria será lo más sencilla posible, evitando curvas pronunciadas y ángulos rectos, según se detalla a continuación:

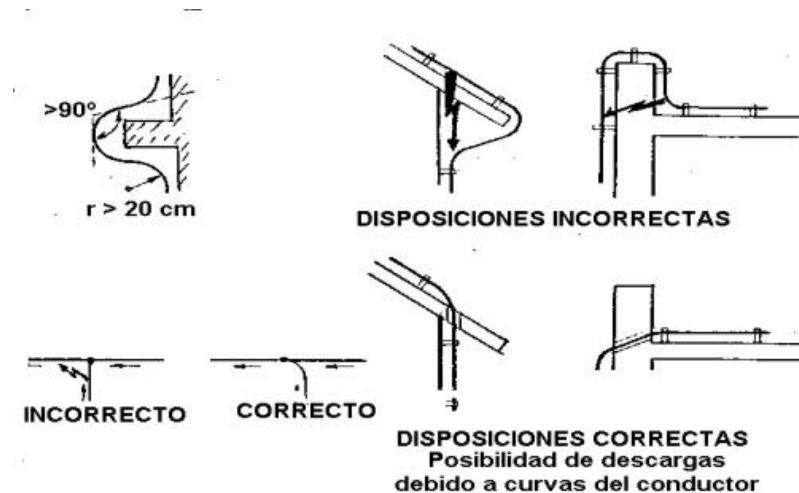
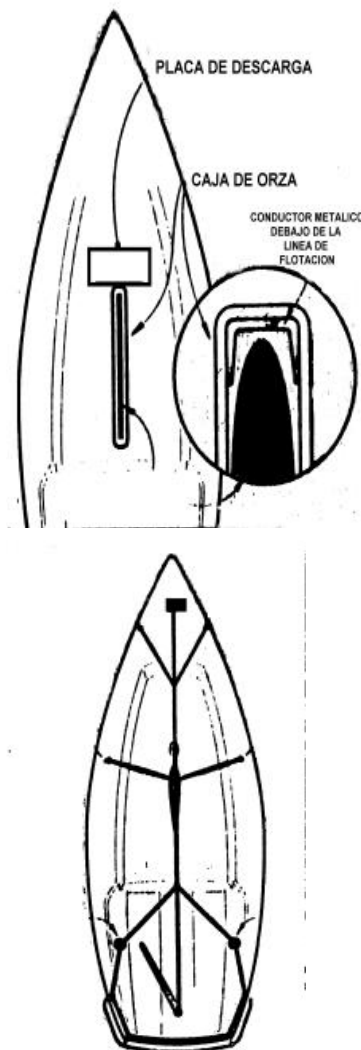


Figura 5: Diferentes formas de efectuar el tendido de la línea de bajada.

ø La sección del conductor de bajada será de cobre de 50 mm², por lo menos.

ø El elemento receptor (punta del pararrayo) deberá estar dispuesto de tal forma que sobresalga por lo menos 15 cm con respecto a cualquier otro elemento que este montado.

c. Placa de descarga y puesta a masa:



ø la placa de contacto directo con el agua será de cobre, de más de 0,2 m² de superficie, y de un espesor que no sea inferior a 4 mm, fijado en una posición tal que se encuentre en todo momento en contacto con el agua, en cualquier condición de navegación. (ver figura 8).

Disposición de la placa de descarga. Conectando componentes metálicos a una masa común

Figura 8: Detalle de la placa de descarga y puesta a masa de diferentes componentes metálicos de la embarcación

ø Los cuerpos metálicos interiores (motor, tanques de agua y nafta, mecanismos metálicos de timón, etc.) se conectarán a la placa de contacto con el agua (especialmente el motor para que la corriente de descarga no pase por los cojinetes) o al conductor de bajada principal. (ver figura 8).

d. Precauciones.

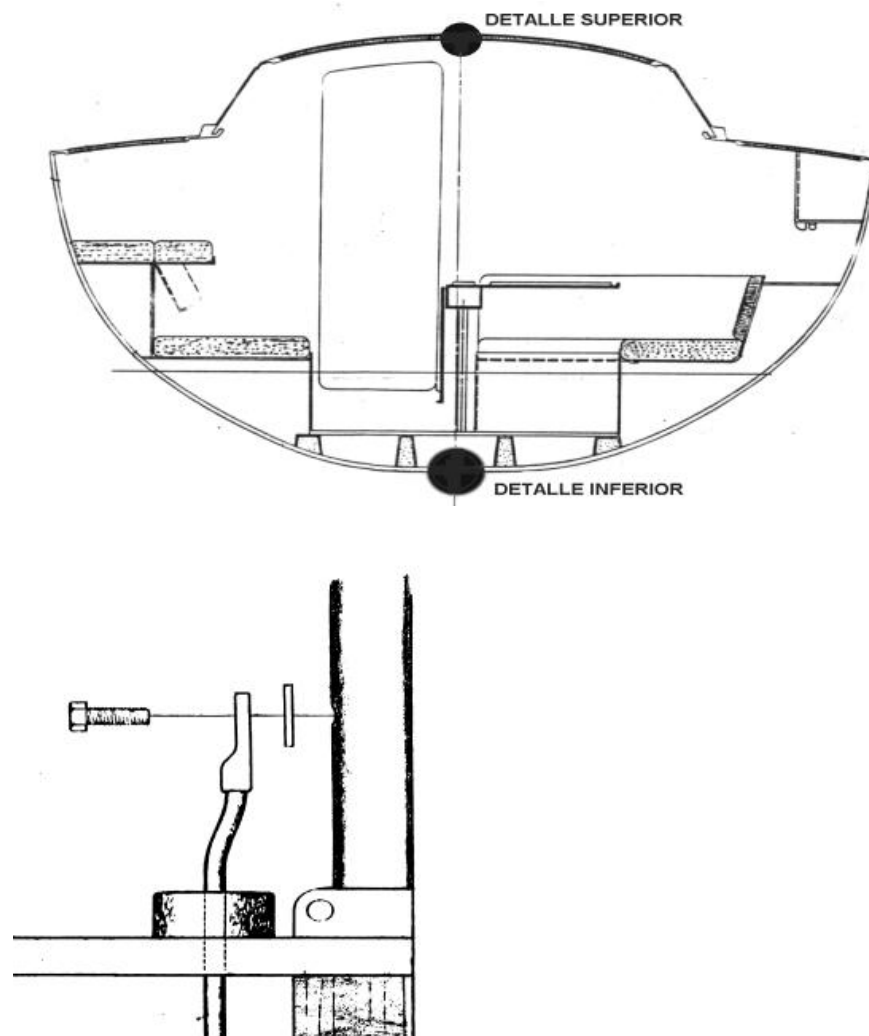
ð Todo elemento por el cual circula corriente provoca un campo magnético alrededor del mismo, se deberá prestar atención entonces en la ubicación del instrumental eléctrico, electrónico y de navegación.

ð Debe evitarse el uso de combinación de metales que formen cuplas galánicas o electrolíticas tal que aceleren la corrosión en presencia de humedad o en inmersión directa. Si es impráctica emplear la combinación conveniente, pueden reducirse los efectos de la corrosión con revestimientos adecuados o conectores especiales.

9. Recomendaciones:

- 1) Solo se usará cobre conductor, del tipo electrolítico, de uso eléctrico.
- 2) Se usarán materiales de primera y altamente resistentes a la corrosión para que su mantenimiento sea mínimo. Se preferirán abrazaderas, grapas, etc., de bronce o cobre.
- 3) Las conexiones no serán soldadas, son convenientes las conexiones abulonadas con arandelas de contacto dentado, todo convenientemente asegurado.
- 4) Los cables irán bien rectos, sin enroscar en los obenques.

Detalle constructivo corte transversal.



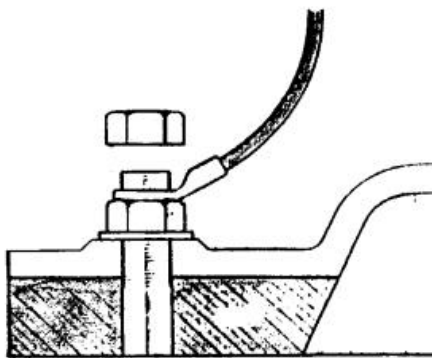


Figura 6: corte transversal del casco

Detalle superior Detalle inferior

Figura 7 Detalle de la figura anterior: Detalle superior: en la base del palo (metálico), y detalle inferior: conexionado entre la línea de bajada principal y el quillote.

5) No se recomienda el reemplazo de la placa de descarga por partes normalmente sumergidas equivalentes (hélices, palas de timón, placa para radiotransmisores, etc).

10. Clasificación de las embarcaciones (acorde al material del casco).

a. Casco de acero: (1)

Poseen protección intrínseca. Los buques con casco de acero en contacto eléctrico con mástiles metálicos u otras partes metálicas de la superestructura no requieren protección adicional contra rayos. Los posibles puntos de discontinuidad eléctrica (astas desmontables, obenques metálicos con tensores, etc.) llevarán puentes metálicos abulonados.

b. Casco y mástiles de madera: (1)

Este tipo de embarcaciones no poseen por si mismas, protección alguna, por lo que se deberá verificar el cumplimiento de los puntos 8 y 9 del presente.

El conductor podrá ser conducido en forma recta por los obenques y a través del interior del casco, sin quedar rodeado en ningún momento por elementos ferromagnéticos, hasta el elemento de contacto o placa de contacto con el agua. (Ver el punto 8 – **Placa de cobre**).

c. Casco de madera con mástiles metálicos: (1)

En estos casos se deberá adecuar la instalación al sistema de protección. Se verificará el cumplimiento de los puntos 8 y 9 del presente, particularmente lo indicado para el conductor de bajada y la placa de descarga.

Si el palo es de sección suficiente (mas de 100 mm²) servirá de conductor principal, pudiéndose omitir el pararrayos, siempre y cuando esté eléctricamente conectado al resto del sistema de protección. El conductor de bajada será fijado firmemente al mástil en el punto donde los obenques se fijan al mismo o arriba de él.

d. Casco de acero y mástiles de madera: (1)

Como en el inciso anterior, se deberá adecuar la instalación al sistema de protección, instalando el pararrayo y el conductor de bajada, el cual deberá estar conectado al casco de manera segura.

Se omitirá la placa de contacto con el agua, y se deberá tener en cuenta los puntos 8 y 9 del presente.

e. Embarcaciones mixtas (2):

En estos casos se seguirán los lineamientos establecidos en los puntos 8 y 9, si corresponde, acorde cada caso particular.

Las masas metálicas aisladas próximas a los conductores principales y los puntos peligrosos serán tratadas acorde al punto _conexionado y disposición ..

f. Casco de hormigón armado:

En este caso particular, el casco se considerará como conductor si la armadura metálica es continua y está, desde el punto de vista eléctrico, eficazmente conectada al sistema receptor de rayos, y a algún elemento metálico (placa de descarga) permanentemente en contacto con el agua.

En caso de no cumplir lo anteriormente indicado, se adecuará la instalación acorde los puntos 8 y 9.

(1) Las referencias a madera o acero, incluyen los materiales de características eléctricas similares, tales como plásticos o aluminio respectivamente.

(2) Embarcaciones mixtas: todas aquellas que posean una combinación de materiales descriptos en los puntos anteriores.

11. Mantenimiento

Estando correctamente diseñado y montado, suponiendo que se encuentre completo y sin defectos, un sistema de protección **no requiere ser operado.**

Hay, sin embargo, algunas actividades vinculadas con el mismo que serán debidamente tenidas en cuenta para asegurar o completar su efectividad, tales como reparaciones del casco, reposición del palo, etc. En estos casos se efectuará un recorrido de la instalación eléctrica que nos ocupa, preferentemente por personal especializado.

12. Consideraciones especiales: Antenas.

Se podrán usar las antenas de los que los equipos de radio como pararrayos si tienen suficiente capacidad. (Esto no es usual en el tipo de embarcaciones que nos ocupan).

Una antena de radio puede servir de elemento protector si tiene adecuada conductividad y si esta equipada _ al igual que el aparato respectivo _ con descargadores, espinterómetros, u otro medio para ser puesta a tierra durante tormentas eléctricas.

a. Antena con capacidad para resistir el rayo:

Los descargadores tendrán una definida tensión de cebado, proporcional a la tensión de servicio del aparato protegido para que este no sufra daños, que restablecerá automáticamente su aislamiento una vez pasado el rayo. La sección mínima de antena que se admite es de 10 mm² de cobre o equivalente. El sistema deberá revisarse después de una descarga. (Esto es generalmente aplicado a buques de gran porte).

b. Antena sin capacidad para resistir el rayo:

Debe disponerse un pararrayos o elemento que cumpla tal función en una posición mas elevada que la antena para que ésta resulte protegida, acorde a las prescripciones arriba indicadas.

Se debe tener en cuenta, si se posee un sistema de protección contra descargas atmosféricas, es instalar la antena por debajo del pararrayos, a una distancia prudencial, a fin de evitar que la antena actúe como elemento receptor.

13. Protección de las Personas

Ante la necesidad de enfrentar este tipo de fenómenos, lo más aconsejable es permanecer en el interior de la embarcación el tiempo que dure la tormenta, limitando al mínimo indispensable la exposición de la tripulación.

Durante dichas exposiciones, se deberá evitar permanecer en las proximidades de donde se encuentra instalado el sistema.

